

SEMICONDUCTOR LIGHT-EMITTING ELEMENT

Patent Number: JP2001068732

Publication date: 2001-03-16

Inventor(s): KURAHASHI TAKANAO;; HOSOBANE HIROYUKI;; NAKATSU HIROSHI;; MURAKAMI TETSURO

Applicant(s): SHARP CORP

Requested Patent: JP2001068732

Application Number: JP19990236619 19990824

Priority Number(s):

IPC Classification: H01L33/00; H01S5/183

EC Classification:

Equivalents: SE0002543, TW469653

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a resonant cavity type LED, which has an excellent moisture resistance and does not exhibit light-output saturation even though a current is injected to several tens of mA, with high mass productivity.

SOLUTION: This is a semiconductor light-emitting element of a structure, wherein a resonator is formed of one group of multilayer reflective films 3 and 7 formed at a constant interval on a GaAs substrate 1 with the main surface slanted at an angle higher than 2 deg. from the face (100) to the orientation [011] and a luminous layer 5 is formed at the position of the loop of a standing wave in this resonator, and in the element, the film 3, which is formed on the side of the substrate 1, on one side of the films 3 and 7 is formed of a plurality of Al_xGa_{1-x}As (0<=x<=1) layers and the other film 7 is formed of a plurality of Al_yGa_{1-y}In_{1-y}P (0<=y<=1 and 0<=z<=1) layers. The moisture resistance of the element is enhanced and at the same time, the element can obtain a high reflectivity by increasing the number of the reflective films.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

とのことで、この発光光を有効に取り出しができる。

【0012】また、請求項8の半導体発光素子は、請求項6に記載の半導体発光素子において、前記電流を遮断させる層がAl_{1-y}Ga_yIn_{1-z}P (0 ≤ y ≤ 1, 0 ≤ z ≤ 1)によって形成されることを特徴とする。請求項8の半導体発光素子では、Al_{1-y}Ga_yIn_{1-z}P (0 ≤ y ≤ 1, 0 ≤ z ≤ 1)は550 nm程度までの発光光に適して透明となり得るのでこの発光光を有効に取り出すことができる。

【0013】また、請求項9の半導体発光素子は、請求項6に記載の半導体発光素子において、前記電流を遮断させる層が発光光に対して50%以上の透過率の透光性電極によって形成されることを特徴とする。請求項9の半導体発光素子では、電流を遮断させる層を発光光に対して50%以上の透過率の透光性電極によって形成しておるので半導体材料で電流を遮断させる層を形成した場合よりも低い動作電圧を実現することができる。

【0014】また、請求項10の半導体発光素子は、請求項1に記載の半導体発光素子において、前記発光層よりも上に絶縁層あるいはGaN板と同一導電型の層による電流遮断構造を持つことを特徴とする。請求項3の半導体発光素子では、発光層よりも上に絶縁層あるいはGaN板と同一導電型の層により電流遮断構造を形成しているので、電流密度を高くすることができる。

【0007】また、請求項3の半導体発光素子は、請求項1, 2に記載の半導体発光素子において、前記発光層よりも上に絶縁層あるいは前記GaN板と同一導電型の層による電流遮断構造を持つことを特徴とする。請求項3の半導体発光素子では、発光層よりも上に絶縁層あるいはGaN板と同一導電型の層により電流遮断構造を形成しているので、電流密度を高くすることができる。また、発光部上にボンディングゲーット用の電極がないため、外

部出射効率を高くすることが可能となる。また、光入射部を小さくすることができますので、光通信用に用いる場合に光ファイバーとの結合効率も高くなることができる。
 [0008] また、請求項4の半導体発光素子は、請求項3に記載の半導体発光素子において、前記電流挿入端子を形成する層が $A_1 \text{--} G_a \text{--} A_2 \text{--} A_3$ ($0 \leq x \leq 1$) によって形成されることを特徴とする。請求項4の半導体発光素子では、一連の結晶成長で $G_a \text{--} A_3$ 層に格子整合する電流挿入層を形成することができる。
 [0009] また、請求項5の半導体発光素子は、請求項3に記載の半導体発光素子において、前記電流挿入端子を形成する層が $A_1 \text{--} G_a \text{--} A_1 \text{--} A_2 \text{--} P$ ($0 \leq y \leq 1$) によって形成されることを特徴とする。請求項4の半導体発光素子は、請求項5の半導体発光素子に比べて、電流挿入端子の構成が複雑となる。
 40 そこで、前記 $G_a \text{--} A_3$ 基板表面が $[1 \text{--} 0 \text{--} 0]$ 面から $[0 \text{--} 1 \text{--} 1]$ 方向に對して 2° 以上傾斜することを特徴とする。請求項1の半導体発光素子では、 $G_a \text{--} A_3$ 基板が $[1 \text{--} 0 \text{--} 0]$ 面から $[0 \text{--} 1 \text{--} 1]$ 方向に對して 2° 以上傾斜しているので、光電層に對して $G_a \text{--} A_3$ 基板と反対側に形成される $A_1 \text{--} G_a \text{--} A_1 \text{--} A_2 \text{--} P$ ($0 \leq y \leq 1$, $0 \leq z \leq 1$) 多層反対層が鏡面になりやすいので高い反射率が少ない多層反対層の層數を得られる。
 [0010] 〔発明の実施の形態〕以下、本発明の実施の形態を図15
 45 〔0015〕

～1.2に示す実験例に基づいて説明する。
〔実験例1〕 図1 (A)は、大富前第1工場における半導
る。

は、発光層に対してG_{AA}・基板1側の多層反射鏡(BR3)はAlGaAs系の材料で形成されているのが、G_{AA}・基板1との全距離は約3μmとなっているが、G_{AA}・基板1との熱膨張差が小さいので、基板のそり、ダーラインの発生が認められない。また、層数を30ペアとするこ¹⁰とで99%以上の高反射率を実現している。また、量子チ¹¹戸活性層5からなる発光層に対してG_{AA}・基板1と反¹²側の多層反射鏡(DBR7)は、AlGaInP系の材料で形成されているので、表裏反射の最も多くAI₁を含む層がAl1.05In0.5Pであり、反射率は開口にな¹³ない。この多層反射鏡のピーク反射率は約70%であ¹⁴り、レゾナントキャビティ(Resonant Cavity)構造に¹⁵は十分な反射率が得られている。この半導体発光素子¹⁶は温度80°C、湿度85%中で50mAの電通試験を実¹⁷したところ、1,000時間経過後で初期光出力の90.0%¹⁸の光出力であった。また、SiO₂膜1.0μmにより電源接¹⁹触端が形成されており、内部量子効率、外部出射端²⁰がともに高く、初期光出力は20mAで1.6mWとP_{OP}を使用して光通信をするのに十分な光出力が²¹成

中心が650 nmになるようになる。また、この2つのDBR 2, 2, 7で形成される共振器の共振波長も650 nmになるよう共振器を調整する。本実験例2では共振器長は1.6波長分とした。さらには発光層となる量子井戸活性層2, 6の位置は共振器中に生じる定在波の節の位置にくるようになり、発光ピーク波長は650 nmになるようになる。

[0021]その後、図6(A) (B)に示すようにn型のGaNキャップ層3, 1を旋削/過酸化水素系エチチャントにより除去した後、フォトリソグラフィー及び、熱酸解、硫酸/過酸化水素系エチチャントによりn型の(A1.0Ga0.7)0.5In0.5P保護層3, 0、n型のGaN電荷捕捉層2, 9をp型の(A1.02Ga0.8)0.5In0.5Pエチシングスルーパー層2, 8に露出するまでエチシングする。このときのエチシングによって70 μ mの円形状の電流経路を形成する。

[0022]その後、図4(A) (B)に示すように、p型のAl0.5Ga0.5As電流拡散層3, 2(厚さ7 μ m)をn型の(A1.03Ga0.7)0.5In0.5P保護層3, 0及びp型の(A1.02Ga0.8)0.5In0.5Pエチシングスルーパー層2, 8上に形成した後、p型のAl0.5Ga0.5As電荷捕捉層3, 2上にAu/Zn/Mo/Auをスパッタし、フォトリソグラフィー及びInUエチチャント、アンモニア/過酸化水素系エチチャントによるエチシングにより裏面電極を形成する。その後、熱処理することによりp型電極3, 3が形成される。そして、GaN基板を約280 μ mまで研磨し、この研磨した面上にAuGe/Auを蒸着し、熱処理することによりn型電極3, 4を形成する。

[0023]このようにして得られた半導体発光素子は、多層反射膜の構造は実施例1と同様であるが、実施例1が(100)面から[011]方向に2°だけ傾斜したGaN基板を使用したのに対して、本実施例2では(100)面から[011]方向に1.5°傾斜したGaN基板を使用しているので、より良質の鏡面が得られ、その結果発光層に対してもGaN基板2, 1と反対側のAlGaInP系の材料の多層反射膜(DBR 2, 3)の反射率が約70%から約75%に向かっている。耐湿性に関して全く問題なく、温度80°C、湿度85%中で50mAの通電試験を実施したところ1,000時間経過後で初期光出力の90%が保たれている。また、初期光出力は20mAで2.2mWと十分な光出力が得られた。また表面にAl0.5Ga0.5As電荷捕捉層3, 2を備えているので、40mAまで電流を大きくした場合に実施例1の半導体発光素子の光出力が2mWと飽和傾向を示しているのに対し、本実施例2の半導体発光素子は2.1Vであり、0.1Vの動作電圧低減

グにより70μmの円形状の電極距離を形成する。その後、熱処理することによりD型電極63が得られる。そして、GaaS基板を約280μmまで研磨し、この研磨した面にAuGe/Auを蒸着し、熱処理することによりn型電極64を形成する。このようにして得られた半導体発光素子は、発光層に対してGaaS基板側の多層反射鏡は(DBR4/3)AlGaAs系の材料で形成されているので金属層は約7μmと実施例1、実施例2の場合よりもさらにも厚くなっているが、GaaS基板41との熱接合部の塗が小さいため基板のターフラインの発生は認められない。また、層数を70ペアとすることから、9.9%DB上の反射率を実現している。また、発光層に対してGaaS基板41と反射側の多層反射鏡(DBR4/7)はAlGaInP系の材料で形成されているので、実施例1、実施例2の場合同様反射性の問題はなく、温度80℃、温度50℃中で50mAの電通路数を実施したところ、1,000時間経過後で初期光出力の1.05%の光出力であった。初期光出力は0.4mWであった。

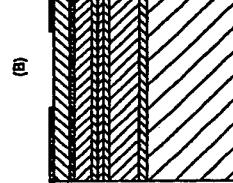
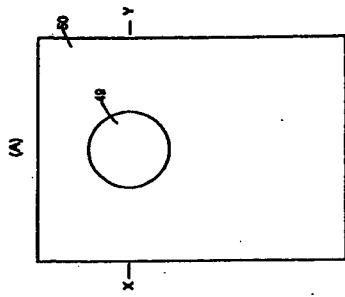
[0027] (実施例4) 図10 (A) は、本実施例4で得られる半導体発光素子の表面図であり、図10 (B) は図10 (A) のX-Y面の断面図である。図11は本実施例の半導体発光素子の製造工程中の断面図である。図12 (A) は本実施例の半導体発光素子の製造工程途中の表面図であり、図12 (B) は図12 (A) のX-Y面の断面図である。この半導体発光素子はAlGaInP系のものであり、図11に示すように(100)から[011]方向あるいは[0-1-1]方向に1.5μm厚削したn型のGaaS基板61上にn型のGaaSバッファ層62(厚さ1μm)、n型のAl1Asとn型のAl1.05Ga0.5AsのDBR63(層数30ペア)、n型の(A1.07Ga0.3)0.51In0.5P第1クリップ層64、井戸層がGaInP、ペリア層が(A1.05Ga0.6)0.61In0.5Pの量子井戸活性層65、p型の(A1.07Ga0.3)0.61In0.5P第2クリップ層66、p型の(A1.02Ga0.8)0.51In0.5P第3クリップ層67(層数12ペア)、p型の(A1.02Ga0.8)0.51In0.5P中間層68(厚さ0.1μm)、p型のGaaSコントラクト層69(厚さ0.005μm)をMOCVD法により順次形成する。ここで、n型のAl1Asとn型のAl1.05Ga0.5Asの層数30ペアのDBR63及びp型の(A1.02Ga0.8)0.51In0.5Pとp型のAl1.05Ga0.5Pの層数12ペアのDBR67は、反射ペクトルの中心が650nmになるようにし、この2つのDBR63、67で形成された共振器の共振波長も650nmになるようにする。さらに量子井戸活性層66の位置は、共振器中に生じる定在波の波の位置にくるようにする。

[0028] その後、図12 (A) (B) に示すようにウェーハ表面にCVD法によりSi10Ωcm70を形成し、フォトリソグライバー及び希釈HFによるエッチングにより70μmの円形状の電極距離を形成する。なわち、Si10Ωcm70が電極架、端子を形成する層となっている。その後、図10 (A) (B) に示すようにGaaS基板61を約280μmまで研磨し、この研磨した面にAuGe/Auによりn型電極71を形成する。その後、p型のGaaSコントラクト層69及びSiO2膜70によりn型電極71と同様であるが、2mAでの動作電圧が実施例2の半導体発光素子が2.1Vであったのに対し、本実施例4の半導体発光素子の0mAでの動作電圧は1.9Vと0.2Vの低圧ができた。また、p型のGaaSコントラクト層69、1T0膜2で約50nmの光に対する透過率が70%であった。なので光出力は20mA通電時に1.5mWであった。温度80℃、湿度85%中での50mAの電通路数では、耐久性に問題はなかった。

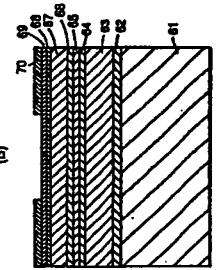
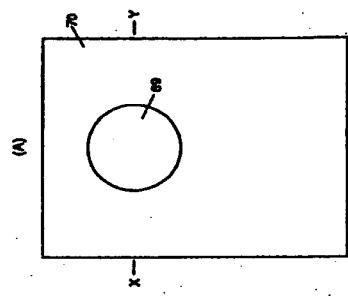
[0030] [発明の効果] 以上明らかのように、請求項1の発明は、GaaS基板上に一定の間隔を有する半導体発光素子は、GaaS基板側で共振器が形成され、この共振器内に一定の多層反射鏡で共振器が形成され、発光層に対してGaaS基板側の多層反射鏡が複数層のAl1Ga1-AlAs基板側の多層反射鏡が複数層のAl1Ga1-AlAs(0.5μm×5)1で形成され、発光層に対してGaaS基板と反対側の多層反射鏡が複数層のAl1Ga1InP(0.5μm×5)1で形成される。発光層に対してGaaS基板側の多層反射鏡が複数層のAl1Ga1-AlAs(0.5μm×5)1で形成され、発光層に対してGaaS基板と反対側の多層反射鏡が複数層のAl1Ga1InP(0.5μm×5)1で形成される。また、発光層に対してGaaS基板と反対側の多層反射鏡の差が小さいため、結晶成長時の結晶成長後の温度基による結晶が発生しにくい。このにより、反射鏡の枚数を多くすることにより、容易に反射率を得ることができる。また、発光層に対してGaaS基板と反対側の多層反射鏡が複数層のAl1Ga1InP(0.5μm×5)1で形成される。そこで、GaaS基板の耐久性に問題はなく向上させることができ。1T0膜とGaaS基板に格子整合する場合にも多くAl1Ga1InP(0.5μm×5)1、0.5μm×5)1多層反射鏡の場合、その層数が20～30ペアを越えるとGaaS基板との熱接合率差法により断熱が発生しやすくなるが、レンントンキヤビチ型LEDの場合GaaS基板と反対側の多層反射鏡はGaaS基板側の多層反射鏡ほど高反射率が要求されないので、通常20ペアを超過する。

(10)

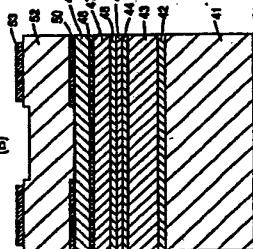
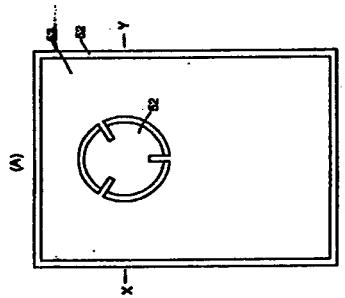
[図9]



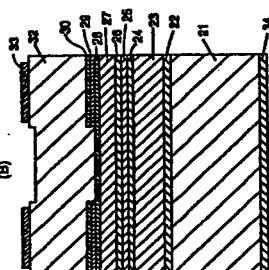
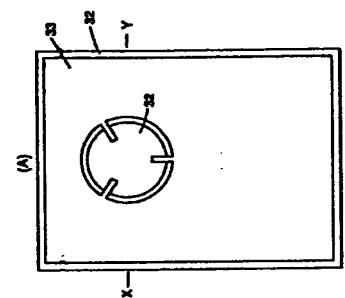
[図12]



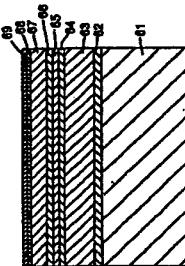
[図7]



[図4]

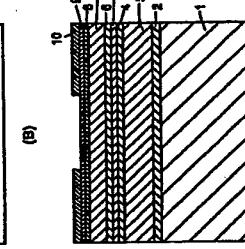
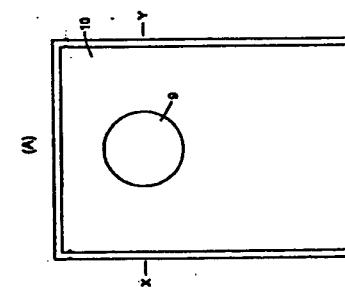


[図11]

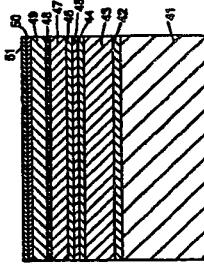


(6)

[図3]

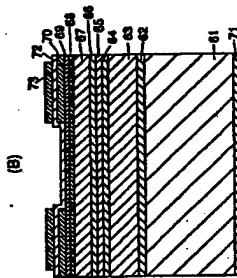
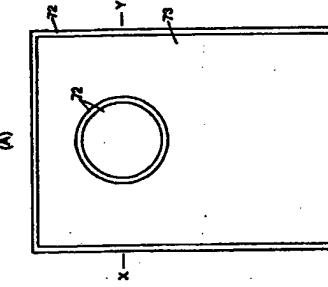


[図8]



(1)

[四] 101



プロントページの構造

(72) 翁明者 中津 乱志 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ヤープ株式会社内

(72) 翁明者 村上 古朗 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ヤープ株式会社内

アリーナ (参考)	57041 AA02 AL34 CA04 CA05 CA12 CA23 CL34 CA35 CA36 CA74 CA82 CA92 CA93 CB02 FF01 FF14
アリーナ (参考)	57073 AA03 AB17 BA02 BA09 CA14 CB02 CB22 DA21 EA06 EA07 EA14 EA29

ターミナル (参考) 5F041 AA02 AA34 CA04 CA05 CA12
CA23 CA34 CA35 CA36 CA74
CA85 CA92 CA93 CA94 CA95

CA82 CA92 CA93 CA92 FF01
FF14
55073 AA03 AB17 BA02 BA09 CA14
CB02 CB22 D21 EA06 EA07